

SEP 06 2001

U.S. PATENT & TRADEMARK OFFICE

**TRANSMITTAL LETTER**  
**(General - Patent Pending)**

Docket No.  
1665

03CO #4

6702

In Re Application Of: **HERZBACH, L., ET AL**

Serial No.  
09/902,329

Filing Date  
07/10/2001

Examiner

Group Art Unit

Title:

**METHOD FOR MAKING A THERMALLY STRESSED FORMING TOOL WITH COOLING DUCTS AND ASSOCIATED FORMING TOOL**

TO THE COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS:

Transmitted herewith is:

**CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 100 34 506.9**

in the above identified application.

- ☒ No additional fee is required.
- ☐ A check in the amount of \_\_\_\_\_ is attached.
- ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. **19-4675** as described below. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- ☐ Charge the amount of \_\_\_\_\_
- ☐ Credit any overpayment.
- ☒ Charge any additional fee required.

  
Signature

Dated: **SEPTEMBER 4, 2001**

I certify that this document and fee is being deposited on  
**SEP. 4, 2001** with the U.S. Postal Service as first  
class mail under 37 C.F.R. 1.8 and is addressed to the  
Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C.  
20231.



Signature of Person Mailing Correspondence

**MICHAEL J. STRIKER**

Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence

CC:



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 34 506.9

**Anmeldetag:** 15. Juli 2000

**Anmelder/Inhaber:** Schott Glas, Mainz/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen  
in betrieblich thermisch belasteten Formge-  
bungswerkzeugen und zugehöriges Form-  
gebungswerkzeug

**IPC:** B 29 C, C 03 B, B 23 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Juni 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wallner

p1407

13. Juli 2000

wi/af

G:\JBFUL\SGWWPT\ALL0851

**SCHOTT GLAS**

**Hattenbergstr. 10**

**55122 Mainz**

---

**Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich  
thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen und  
zugehöriges Formgebungswerkzeug**

---

Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich  
thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen und  
zugehöriges Formgebungswerkzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen.

Die Erfindung betrifft ferner ein mit mindestens einem Kühlkanal versehenes, betrieblich thermisch belastetes Formgebungswerkzeug.

Bei der Glas- und Kunststoffverarbeitung werden zur Erzeugung von Glas- oder Kunststoffprodukten mit vorgegebenen Formen Formgebungswerkzeuge eingesetzt, die typischerweise bei der Formgebung des heißen Glases bzw. Kunststoffes thermisch stark belastet werden. Um diese thermische Belastung in Grenzen zu halten, und um das Formgebungswerkzeug schneller abzukühlen, um dadurch geringere Taktzeiten, d.h. eine höhere Ausbeute zu erzielen, sind die Formgebungswerkzeuge mit Kühlkanälen, durch die Kühlwasser oder Kühlluft strömt und damit die Temperatur des Formgebungswerkzeuges absenkt, und/oder mit gut leitenden Materialien, z.B. Kupfer, die die Wärme schneller abführen, versehen.

Derzeit werden im Formenbau Kühlkanäle für Luft oder Wasserkühlung typischerweise durch Bohrungen, insbesondere Tieflochbohrungen, hergestellt. Bei dreidimensionalen Kühlkanälen müssen dabei die Kühlkanäle vorher in Form-Halbschalen vorgearbeitet werden. Diese Halbschalen werden anschließend durch z.B. Schweißen oder Löten verbunden und somit die Form, das Formgebungswerkzeug, fertiggestellt. Diese Herstellungsmethode ist zum

Teil mit großem Aufwand verbunden, da die Bearbeitung aufwendig ist und damit der Zeitaufwand hoch ist. Zudem ist die Anschaffung geeigneter Maschinen und Werkzeuge zur Formbearbeitung ebenfalls mit hohen Kosten verbunden.

Gebohrte Kühlkanäle haben zudem, wie die Fig. 3 zeigt, wegen ihrer Zweidimensionalität den Nachteil, daß die Kühlleistung nicht optimiert werden kann. An dem Übergang 1a in dem Formgebungswerkzeug 1 zwischen den Bohrungen 2,3 mit unterschiedlichen Durchmessern ist die Wandstärke des Formgebungswerkzeuges relativ dick, so daß an dieser Stelle die Kühlleistung gering ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen zu schaffen, das auch bei komplexen Kühlsystemen auch ohne vorhergehendes Bearbeiten von Halbschalen eine signifikante Reduzierung des Bearbeitungsaufwandes ermöglicht, die Bandbreite der zu realisierenden komplexen Kühlsysteme erweitert und gegenüber gebohrten Kühlkanälen auch eine ortsabhängige Optimierung der Kühlleistung erlaubt. Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß mit den Schritten:

- Festlegen der Kontur und Lage des Kühlsystems im Formgebungswerkzeug entsprechend der geforderten, ortsabhängigen Kühlleistung durch eine entsprechend vorgegebene konturierte Grenzfläche zwischen mindestens zwei Werkstoffsystemen innerhalb einer HIP-Kapsel, wobei das den Raum der Kühlkanäle einnehmende Werkstoffsystem ein temperaturbeständiger, löslicher Füllstoff ist,
- Ausüben eines HIP-Prozesses zur Erzeugung eines Verbundkörpers innerhalb der Kapsel unter lösbarem Einschließen des Füllstoffes,

- Bearbeiten des Verbundkörpers auf die geforderte formgebende Endkontur des Formgebungswerkzeuges, und
- Herauslösen des Füllstoffes aus dem Verbundkörper unter Ausbildung des Kühlkanales.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können neben einfachen Kühlsystemen vor allem komplex geformte Kühlkanalstrukturen bereitgestellt werden. Die Bandbreite des möglichen Kühlkanalstrukturkörpers ist dabei sehr hoch. Ein vorheriges Einarbeiten der Kühlstrukturen in Halbformen und ein anschließendes Zusammenbauen der Form ist dabei nicht mehr nötig. Dadurch kann der Bearbeitungsaufwand signifikant gesenkt werden. Durch einen entsprechend vorgegebenen Verlauf der Grenzfläche zwischen dem Füllstoff und dem ihn umgebenden Werkstoffsystem kann auch die Kühlleistung ortsabhängig optimiert werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird als Füllstoff ein temperaturbeständiges, lösliches Salz verwendet. Dieser "Werkstoff" ist relativ preisgünstig und erlaubt auch ein einfaches Entfernen des Füllstoffes zur Freilegung des Kühlraumes. Dieser Vorteil tritt insbesondere dann hervor, wenn das Salz wasserlöslich ist, so daß keine teuren, umweltfeindlichen Lösungsmittel verwendet werden müssen, typischerweise wenn als Salz  $K_2SO_4$  verwendet wird.

Dabei ist es zur Stabilisierung der Kontur der Grenzfläche vorteilhaft, wenn das Salz vor dem HIP-Prozeß vorverdichtet in die Kapsel eingebracht wird.

Sehr vorteilhaft läßt sich nach einer Weiterbildung ein Verfahren durchführen, bei dem das zweite Werkstoffsystem, das die Grenzfläche zu dem Füllstoff bildet, durch metallische und/oder keramische Feststoffe oder entsprechende Pulver gebildet wird. Dadurch kann das für das Formgebungswerkzeug sowohl

in mechanischer als auch in thermischer Hinsicht optimale Werkstoff-System vorgegeben werden.

Ausgehend von dem eingangs bezeichneten, mit mindestens einem Kühlkanal versehenen, betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeug wird die gestellte Aufgabe vorrichtungsmäßig erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kühlkanal durch einen Hohlraum in einem durch Heißisostatisches Pressen erzeugten Verbundkörper gebildet ist.

Anhand von in der Zeichnung beschriebenen Ausführungsformen wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Längsschnitt-Darstellung den Aufbau des späteren Formgebungswerkzeuges mit einer HIP-Kapsel und zwei darin eingeschlossenen Werkstoff-Systemen, von denen eines ein aus der Kapsel lösbarer Füll-Werkstoff ist, der beim HIP-Prozeß den späteren Kühlkanal ausfüllt,

Fig. 2 der nach dem HIP-Prozeß endbearbeitete, das Formgebungswerkzeug bildende Verbundkörper, und

Fig. 3 ein Formgebungswerkzeug nach dem Stand der Technik mit Kühlbohrungen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen, wie es sich aus den Figuren 1 und 2 ergibt, wird zunächst nach Berechnung der geforderten, ortsabhängigen Kühlleistung die Kontur und Lage des Kühlsystems innerhalb des Formgebungswerkzeuges festgelegt.

Gemäß Fig. 1 wird dabei die "Außenhaut" des Formgebungswerkzeuges zunächst durch eine Kapsel 4 vorgegeben. Die Linie 5 zeigt dabei die Kontur und Lage des berechneten Kühlsystems innerhalb der Kapsel 4. Diese Kontur 5 wird durch einen entsprechend geformten Körper 6 aus Salzpulver oder einem äquivalenten Medium, das temperaturbeständig und in Flüssigkeit löslich ist, vorgegeben. Ein solches Salz ist beispielsweise  $K_2SO_4$ .

Das Salzpulver kann dabei, wenn nötig, vorverdichtet werden, z.B. durch Pressen.

Dieser Salzkörper 6 wird danach entweder von festen und/oder pulverförmigen Werkstoffen 7 eingeschlossen. Bildet ein festes Werkstoffsystem, d.h. ein entsprechender Formkörper das Interface zum Salzpulver 6, dann braucht das Salz nicht zu einem konturgetreuen, formstabilen Körper geformt werden, weil das feste Werkstoffsystem dann durch eine entsprechende Konfigurierung die Kontur vorgeben kann.

Die Kombination aus dem Salzkörper 6 und dem Werkstoff 7 wird dann in der Kapsel 4 vakuumdicht eingeschlossen und einem HIP-Prozeß unterworfen. Der Begriff des HIP-Prozesses ist die übliche Abkürzung für das Verfahren des "Heißisostatischen Pressens" von Werkstoffen zu einem Werkstoffverbund. Dieser HIP-Prozeß ist in der Fachtechnik bekannt und wird beispielsweise in der Veröffentlichung von B. Hofer, "Werkstoffverbund dank heißisostatischen Pressen", Technische Rundschau, 52/1984, beschrieben. Die zu verbindenden Werkstoffe können dabei in folgenden Kombinationen vorliegen: Pulver/Pulver, Fest/Pulver und Fest/Fest. Die benötigten Werkstoffe, - hier 6,7 - werden an die vorgegebenen Stellen in die Kapsel 4 eingebracht und während des HIP-Prozesses zu einer kompakten Form unter Bildung eines Materialverbundes festgesintert. Durch den HIP-Prozeß werden daher die einzelnen Werkstoff-Bestandteile zu einem festen Bauteil diffusionsverschweißt und damit fest verbunden.



Um dabei die vorgegebenen Abmessungen zu erreichen, müssen bei der Festlegung der Kontur entsprechende Aufmaße vorgehalten werden.

Nach dem HIP-Prozeß wird die Kapsel 4 abgearbeitet und der verbleibende Verbundkörper entsprechend der notwendigen, formgebenden Kontur des Formgebungswerkzeuges mechanisch endbearbeitet.

Das so hergestellte Formgebungswerkzeug wird dabei bodenseitig angebohrt und das Salz 6 freigelegt. Danach wird das Salz mit einschlägigen Lösungsmitteln ausgewaschen. Es besteht dadurch der gewünschte Kühlraum bzw. -kanal 8, begrenzt durch die Konturlinie 5.

Für ein Formgebungswerkzeug 1 entsprechend Fig. 3, einem Preßstempel, ist dieser Endzustand in Fig. 2 dargestellt. Wie dabei der Vergleich mit dem Stand der Technik nach Fig. 3 am Beispiel des Überganges 1a zeigt, kann die Kühlleistung auf einfache Weise ortsabhängig optimiert werden. Außerdem wird deutlich, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Möglichkeiten, komplexe Kühlsystemgeometrien herzustellen, wesentlich verbessert werden, und zwar auf relativ einfache Weise durch Vorgabe einer entsprechenden Konturlinie 5 durch den Salzkörper.

Es versteht sich, daß der Kühlkanal 8 sowohl zur Wasser- als auch zur Luftkühlness verwendet werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen, mit den Schritten:
  - Festlegen der Kontur und Lage des Kühlsystems im Formgebungswerkzeug entsprechend der geforderten, ortsabhängigen Kühlleistung durch eine entsprechend konturierte Grenzfläche (5) zwischen mindestens zwei Werkstoffsystemen (6,7) innerhalb einer HIP-Kapsel (4), wobei das den Raum der Kühlkanäle (8) einnehmende Werkstoffsystem (6) ein temperaturbeständiger, löslicher Füllstoff ist,
  - Ausüben eines HIP-Prozesses zur Erzeugung eines Verbundkörpers innerhalb der Kapsel (4) unter lösbarem Einschließen des Füllstoffes (6),
  - Bearbeiten des Verbundkörpers auf die geforderte formgebende Endkontur des Formgebungswerkzeuges, und
  - Herauslösen des Füllstoffes (6) aus dem Verbundkörper unter Ausbildung des Kühlkanals (8).
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Füllstoff (6) ein temperaturbeständiges, lösliches Salz verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Salz wasserlöslich ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Salz  $K_2SO_4$  ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem das Salz vor dem HIP-Prozeß vorverdichtet in die Kapsel (4) eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das zweite, einen oder mehreren Werkstoffe enthaltende, Werkstoffsystem (7), das die Grenzfläche zu dem Füllstoff (6) bildet, durch metallische und/oder keramische Feststoffe oder entsprechende Pulver gebildet wird, die das Material des Formgebungswerkzeuges bilden.
7. Mit mindestens einem Kühlkanal versehenes, betrieblich thermisch belastetes Formgebungswerkzeug, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkanal (8) durch einen Hohlraum in einem durch Heißisostatisches Pressen erzeugten Verbundkörper gebildet ist.

## **Zusammenfassung**

### **Verfahren zum Herstellen von Kühlkanälen in betrieblich thermisch belasteten Formgebungswerkzeugen und zugehöriges Formgebungswerkzeug**

Derartige Formgebungswerkzeuge werden typischerweise zur Erzeugung von Glas- oder Kunststoff-Produkten mit vorgegebenen Formen eingesetzt. Da sie thermisch durch das erhitzte Substrat hochbelastet sind, und schnell abkühlen müssen, damit kleine Taktzeiten und damit im wirtschaftlichen Interesse eine hohe Ausbeute erzielbar ist, weisen sie Kühlkanäle auf, die beim Stand der Technik typischerweise durch Kühlbohrungen gebildet sind.

Erfindungsgemäß wird das Formgebungswerkzeug mit relativ einfachem Bearbeitungsaufwand durch einen HIP-Prozeß mit Kühlkanälen versehen, indem in einer HIP-Kapsel (4) zwei Werkstoffsysteme (6,7) eingeschlossen sind und die Grenzfläche (5) zwischen ihnen entsprechend der Kontur der Kühlkanäle (8) geometrisch konturiert ist, wobei das Werkstoff-System (6), das den späteren Kühlkanal (8) ausfüllt, vorzugsweise ein lösliches Salz, das nach der Endbearbeitung des durch den HIP-Prozeß erzeugten, das Formgebungswerkzeug bildenden Verbundkörpers, herausgelöst wird.

(Fig. 1)

Zusammenfassung

FIG.1

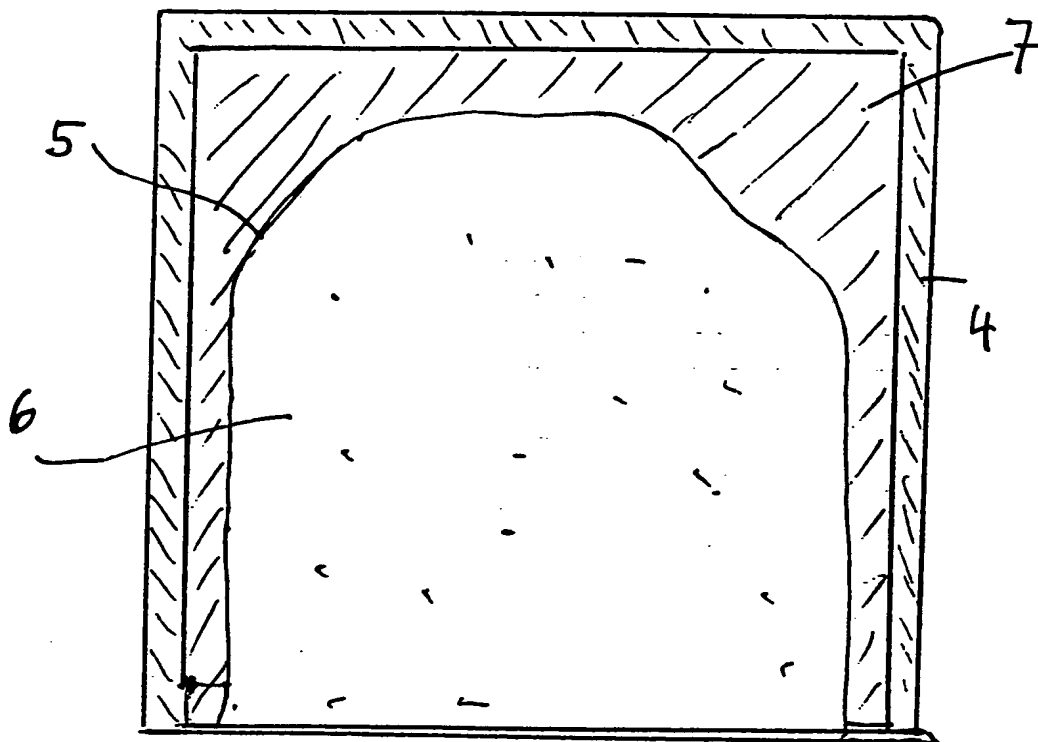


FIG. 1

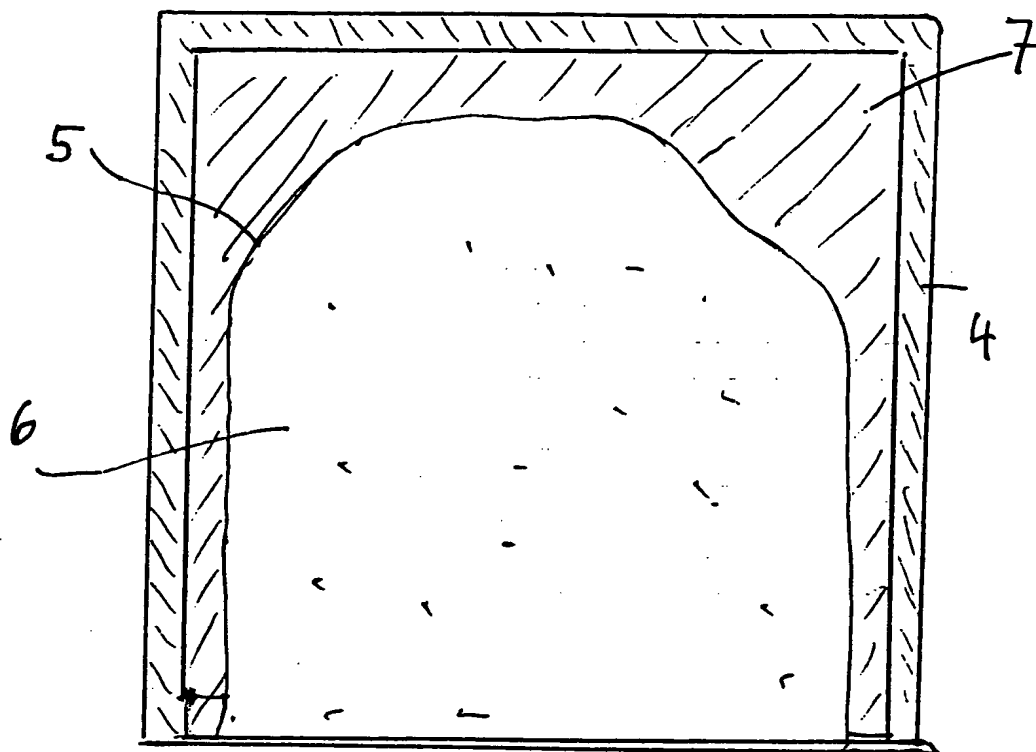


FIG. 2

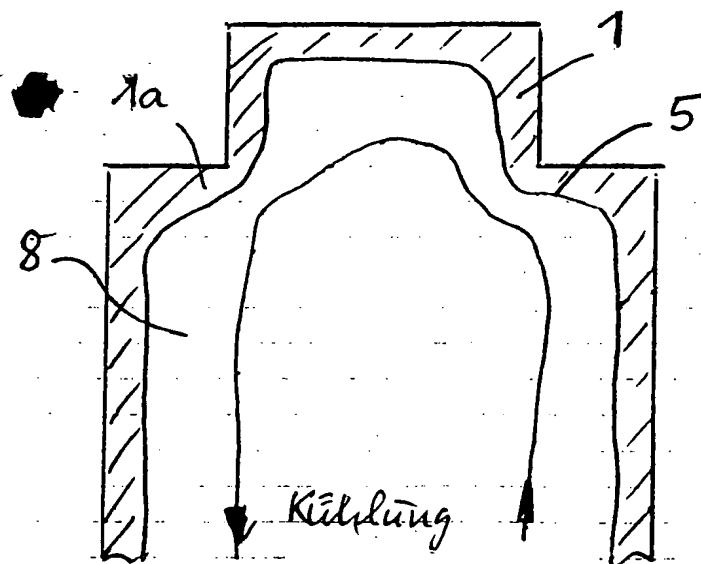


FIG. 3

